

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

ŠUMARSKI FAKULTET

ODSJEK

PREDIPLOMSKI STUDIJ

URBANO ŠUMARSTVO

MATKO MATIJEVIĆ

**VITALITET OBIČNE JELE, OBIČNE BUKVE I GORSKOG JAVORA
U ŠUMSKIM PROGALAMA**

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, (RUJAN, 2018)

Zavod:	Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma
Predmet:	Ekologija šumskog drveća
Mentor:	Izv. prof. dr. sc. Damir Ugarković
Asistent – znanstveni novak	
Student:	Matko Matijević
JMBAG:	0068218785
Akadska godina:	2017./2018.
Mjesto, datum obrane:	Zagreb, 21. rujan 2018.
Sadržaj rada:	<p>Slika: 5</p> <p>Tablica: 4</p> <p>Navoda literature: 21</p>
Sažetak:	<p>Tema ovog rada je analiza vitaliteta obične jele, obične bukve i gorskog javora u progalama različitih veličina, te usporedba sa sastojinom s potpunim sklopom krošanja. Šumske progale nastaju umjetno ili prirodno uslijed različitih abiotskih i biotskih čimbenika. Njihova veličina ima različit utjecaj na vitalitet svake od tri vrste, što je u ovom radu dokazano i uspoređeno.</p>

	<p style="text-align: center;">IZJAVA O IZVORNOSTI RADA</p>	OB ŠF 05 07
		Revizija: 1
		Datum: 21.9.2018.

„Izjavljujem da je moj *završni rad* izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam *koristio* drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

vlastoručni potpis

Matko Matijević

U Zagrebu, 21.9.2018.

1. UVOD	5
1.1. Svjetlo kao ekološki čimbenik.....	5
1.2. Šumske progale	8
1.3. Ekološki zahtjevi obične jele	9
1.4. Ekološki zahtjevi obične bukve	12
1.5. Ekološki zahtjevi gorskog javora	16
2. CILJ RADA	17
3. MATERIJAL I METODE RADA	18
4. REZULTATI	20
4.1. Vitalnost biljaka u velikoj šumskoj progali.....	20
4.2. Vitalnost biljaka u maloj šumskoj progali	20
4.3. Usporedba vitalnosti biljaka velike i male šumske progale	21
5. ZAKLJUČAK.....	22
6. LITERATURA	23

1. UVOD

1.1. Svjetlo kao ekološki čimbenik

Svjetlo je vidljivi dio elektromagnetske radijacije sunca duljine vala 360 nm do 760 nm. Jedno je od glavnih čimbenika rasta, u kombinaciji sa vodom i hranjivima važno je za prirodno pomlađivanje. Svjetlo kao klimatski čimbenik varira na površini Zemlje po jačini (intenzitetu), kakvoći (kvaliteti) i trajanju zbog različitih svemirskih i terestričkih utjecaja. Mjerna jedinica osvjetljenosti je lux (lx). Djelovanje svjetla modificirano je geografskim i reljefnim čimbenicima (geografskom širinom, nadmorskom visinom, ekspozicijom i inklinacijom) te sastojinskim čimbenicima (vrsta drveća, uzgojni oblik sastojine i sklop). Prirodno je svjetlo sastavljeno od spektra boja: ljubičaste, plave, zelene, žute, narančaste i crvene. Molekule zraka i čestice koje zrak sadržava reflektiraju i raspršuju svjetlo potpuno ili samo pojedine dijelove spektra, što ovisi o valnoj duljini s obzirom na dimenzije suspendiranih čestica. Tako nastaje difuzno zračenje (indirektno Sunčevo zračenje) koje dolazi sa svih strana. Sve zrake spektra utječu na biljke, ali je njihovo ekološko i fiziološko značenje različito. Fotosinteza se najintenzivnije odvija u crvenom i plavoljubičastom dijelu spektra. Po kakvoći svjetlo je neposredno (direktno) i raspršeno (difuzno). Za život biljaka važno je raspršeno svjetlo. Raspršenog svjetla ima za vedrog dana 10 – 15%, a za oblačnog dana 100%. Svaka geografska širina ima svoju dužinu trajanja osvjetljenja (fotoperiod). Na ekvatoru ono iznosi oko 12 sati, ljeti i zimi. Svaka geografska širina ima svoju dužinu trajanja osvjetljenja (fotoperiod). Na ekvatoru ono iznosi oko 12 sati, ljeti i zimi (Gračanin i Ilijanić, 1977).

Prema potrebi biljaka za svjetlom dijelimo ih na (Ugarković, 2018):

Heliofite- vrste svjetla (ariš, breza, bagrem, obični i poljski jasen, hrastovi, topole, vrbe, obični bor, pinija, alepski bor)

Poluheliofite- vrste polusvjetla (bijeli, crni grab, crni jasen, crni bor, pitomi kesten)

Poluskiofite- vrste polusjene (brijestovi, gorski javor, mliječ, obični grab, klen, crna i bijela joha)

Skiofite- vrste sjene (bukva, jela, smreka, tisa)

Vrste svjetla su mediteranske, pionirske vrste i vrste iz dominantnog sloja nizinjskih i kontinentalnih šuma. Vrste polusvjetla i polusjene su subedifikatori, vrste iz podstojnog sloja, dok vrste sjene provode čitav život (tisa) ili nekoliko desetaka godina (jela) u zasjeni.

Metode mjerenja svjetla u šumskim ekosustavima dijelimo na (Kolić, 1988):

a) Pokretne metode:

- mjerenje u određenim vremenskim intervalima
- dva mjerača ili dvije grupe
- kreću se po unaprijed utvrđenim i međusobno suprotnim putanjama
- mjerenje intenziteta osvjetljenja se vrši naizmjenično u šumi i na “otvorenom” ili se postavlja kontrolno mjesto na “otvorenom prostoru”

b) Nepokretne (stacionarne) metode:

- u šumi se postavlja nekoliko mjernih točaka, a na “otvorenom” ili slobodnom prostoru jedna kontrolna točka mjerenja
- mjerenje se vrši istovremeno ili određenim ritmom
- zahtjeva veći broj instrumenata (mjerača) od pokretne metode
- daju realnije i točnije podatke o intenzitetu osvjetljenja u šumama



Slika 1: Instrument za mjerenje osvjetljenosti (lx) (snimio: D. Ugarković)

Intenzitet svjetla uvjetuje formiranje strukturnih svojstava biljaka i njihovu morfologiju. Količina i jakost utjecaja energije svjetlosti može se u šumi upravljati otvaranjem i zatvaranjem sklopa krošanja.

Prema Gračaninu i Ilijaniću (1977.) intenzitet svjetla na 2000 m.n.v. iznosi 129000 lx dok je na nivou mora 107000 lx. Prejaki intenziteti svjetla nepovoljno djeluju na proizvodnju suhe tvari (asimilaciju) jer uvjetuju rastvaranje klorofila (solarizacija).

Za nedovoljnog intenziteta svjetla skraćuje se daljinski rast korijenove mreže. Nedovoljno osvijetljene biljke propadaju jer ne nalaze dovoljno vode u rizosferi.

Manja je potreba drveća za svjetlom u dobi podmlatka (dovoljna je i difuzna svjetlost), velika u doba jakog visinskog prirašćivanja i najveća u doba cvjetanja i plodonošenja. (Ugarković, D. 2018)

1.2. Šumske progale

Šumske progale mogu nastati prirodno uslijed vjetroloma, ledoloma, odumiranjem stabala zbog konkurencije vrsta, kao i izvanrednim odumiranjem stabala pod utjecajem različitih abiotских ili biotskih čimbenika (Ugarković i dr. 2018). Isto tako šumske progale mogu nastati i umjetno, djelovanjem čovjeka kao uzgojni postupci u šumama (Muscolo et al., 2007; Albanesi et al., 2008). Odumiranje stabala može biti individualno, u manjim grupama te odumiranje cijelih sastojina na cijelom šumskom području (Anić et al., 2002).

Prema hrvatskoj šumarskoj legislativi, sječa odumrlih i oštećenih stabala je obavezna te se provodi svake godine od srpnja do rujna. Sječa odumrlih i oštećenih stabala obuhvaća, stabala sa više od 80 % osutosti krošnje, više od 60 % odumrle krošnje i stabala sa više od 60 % promjene boje lišća/iglica u krošnji (Anon, 2006). Taj se zahvat u šumarstvu naziva tzv. sanitarna sječa. Sanitarnom sječom odumrlih i oštećenih stabala stvaraju se u sklopu sastojine veće ili manje šumske progale (Ugarković i dr. 2018).

Jedna od glavnih značajki šumskih progala koja utječe na pomlađivanje i razvoj biljaka je varijabilnost svjetla u i oko šumske progale (Beatty, 1984; Gray and Spies, 1996; Rozenbergar et al., 2007).

1.3. Ekološki zahtjevi obične jela

Obična jela (*Abies alba* Mill.) crnogorična je vrsta drveća s velikim ekološkim i gospodarskim značajem u Hrvatskoj. U hrvatskim šumama jela sudjeluje po volumenu sa 9,4%, dok sva ostala crnogorica sudjeluju sa 5,2%, te zauzima približno 200 000 ha površine. Jela je s bukvom glavna vrsta prebornih šuma koje zauzimaju značajan pojas u Dinaridima. U zadnje vrijeme dosta radova provedenih na običnoj jeli bave se problematikom zdravstvenog stanja i rezistentnosti koja je zadnje vrijeme narušena. Jela se praktički nigdje ne razvija samostalno, već izgrađuje, bilo sam čiste ili mješovite šume zajedno s nekoliko drugih vrsta raznog omjera smjese. U šumama Republike Hrvatske obična jela uglavnom raste u četiri jasno opisane i definirane biljne zajednice. Svakako najznačajnija i najzastupljenija biljna zajednica je mješovita bukovo-jelova šuma (Abietum-Fagetum) pogotovo u dinarskoj vegetacijskoj zoni gorskog pojasa, zatim u istom pojasu na silikatima jugozapadne Hrvatske prostire se više-manje monodominantna jelova šuma s rebračom (Blechno-Abietetum), jelova šuma s milavom (Calamagrostio-Abietetum) na vapnenačkim dinarskim stjenama predalpskog pojasa. Posebno osebujna i prirodnoznanstveno zanimljiva biljna zajednica, koja se bitno razlikuje odnavedenih je zajednica jela s crnim grabom (Ostryo-Abietetum) u epimediterranskoj zoni mediteransko-montanskog vegetacijskog pojasa. U susjednim zemljama osim navedenih obična jela dolazi i u nekim drugim biljnim zajednicama: (Piceo-Abietum-Fagetum), te razne klimazonalne bukovo-jelove zajednice tipa Abieti-Fagetum ("dinaricum", "praealpinum", "praepannonicum").

Svojom horizontalnom rasprostranjenošću može se reći da je obična jela gotovo uklopljena u areal bukve. Glavninom svog areala jela je u Hrvatskoj vezana ponajprije na Dinaride – Veliku i Malu Kapelu, veći dio Velebita, sjeverne padine Dinare i Kamešnice, te s jednom danas izoliranom eksklavom na sjevernim padinama Biokova. Jela u Hrvatskoj raste i na nekoliko izoliranih gora koje se pružaju između save i Drave. To su Macelj, Medvednica, Psunj i Papuk gdje izgarđuje šumske sastojine i Strahinjščica gdje susrećemo samo pojedinačna stabla. U Europi i svijetu vrsta je prirodno rasprostranjena u planinama srednje, južni i djelomično zapadne Europe. Na sjever ide do Poljske, na zapad do Španjolske, na istok do istočne rumunjske i Bugarske te na jug do sjevernih granica Grčke. Široko je rasprostranjena od Alpa preko Dinarskih planina.

Gledajući vertikalnu rasprostranjenost u Hrvatskoj na priobalnom grebenu donju granicu pridolaska ima od 900-1000m.n.v., a na kopnenoj padini između 650m na sjeveru i 850m na jugu, uključivši i Biokovo. Gornju granicu areala jela u Hrvatskoj postiže između 1100 i 1400m n.v. U južnom Velebitu se zbog inverzije spušta na padine dubokih ponikava, npr. Šugarsku dulibu, Jelovu ruju ili Bunovac. U ostatku Europe gornja granica vertikalne rasprostranjenosti obične jele u Alpama je 1200-1700m.n.v., optimalna 400-1500m.n.v. U Apeninima na sjevernim padinama rasprostire se između 320 i 1360m.n.v., na južnim stranama od 650-1800m.n.v. Gornja granica pridolaska na Pirinejima je oko 1800m.n.v., u Normandiji dolazi od 250-400m.n.v., u Karpatima 800-1300m.n.v., u Tatrama 400-1300m.n.v. (1470m.n.v.). Optimum rasta na Balkanu je od 800 do 1500 (1800) m.n.v.

Areal jelovih šuma u Hrvatskoj pripada, prema Koppenu, u razred snježno-šumske (borealne) klime i umjereno tople kišne klime unutar kojega se razlikuje više područja. Najveće površine jelovih šuma nalaze se u Lici i Gorskom kotaru, području umjereno tople kišne klime tipa „Cfbwx“. Za ovaj tip klime karakteristično je da nema sušnog razdoblja, a najsuši dio godine pada u najtoplije godišnje doba. Oborine su nejednolike rasporedene, prvi maksimum oborina je u kasnu jesen, a drugi maksimum je početkom ljeta i nešto je manji od jesenskoga. Gorski kotar, odnosno sjeverni dio navedenog područja u klimatskom i hidrološkom smislu se razlikuje od južnijega područja, odnosno Like. Gorski kotar kao kontinentalna cjelina koja se nastavlja na alpsko područje. To je najveće oborinsko područje u Hrvatskoj i područje s najvišom relativnom vlagom zraka. Prosječne količine oborina su oko 2000 mm, velika zračna vlaga (86% - prosjek za Delnice) te nadmorske visine koje se u prosjeku kreću od 700 do 900m, značajno su utjecale na veliku šumovitost i tip vegetacije ovoga kraja. Općenito se može reći da je Gorski kotar u odnosu na južni dio hladniji, bogatiji s oborinama, učestaliji s mrazem cijele godine i naglašenim temperaturnim ekstremima. Podneblje Like i Gorskog kotara najbolje prikazuju klimatski dijagrami sljedećih meteoroloških postaja: Parg, Delnice, Zalesina, Jasenak, Zavižan, Ličko Lešće, Baške Oštarije i Gospić. Apsolutna minimalne i maksimalne temperature zraka pokazuju stvarne i ukupne toplotne prilike određenoga područja, one su ujedno i limitirajući faktor pridolaska i opstanka neke biljne vrste. Raspon srednjih godišnjih temperatura zraka u Gorskom kotaru kreće se od 6,3 ° C do 7,7 ° C. Najhladniji mjesec redovito je siječanj, s naglaskom na Zalesinu gdje srednja mjesečna temperatura iznosi – 3,9 ° C. Zanimljivo je istaknuti da je na meteorološkoj postaji Zalesina izmjerena najniža temperatura zraka od –33,4 ° C, što znači da je to područje izrazito mrazište zbog čega se

pojavljuju ovako niske temperature. Niži dijelovi ličkog areala obične jele imaju srednju godišnju temperaturu 8,8 ° C (Ličko Lešće) i 8,4 ° C Gospić. Najviše srednje mjesečne temperature zraka izmjerene su u srpnju i kreću se od 16,2 ° C do 17,3 ° C. Ukupne godišnje količine oborina povećavaju se prema zapadu i s nadmorskom visinom, od 1600 mm u Skradu do 4000 mm u Lividrazi prema podacima kišomjernih postaja. Kišnih dana ima preko 150 u godini, a ukupno dana sa snježnim oborinama u području bukovo-jelovih šuma ima u prosjeku oko 200, čija maksimalna visina bude i 160 cm. Stoga prema svim klasifikacijama, faktorima i indeksima klime areal jele u Hrvatskoj pripada humidnoj i perhumidnoj klimi.

Tla jelovih staništa su različita s obzirom na mehanički sastav, strukturu, kemijska svojstva i dubinu. Dinarska bukovo-jelova šuma uspijeva na kalkokambisolu, tipičnom ili ilimeriziranom, luvisolu i rendzini, jelova šuma s rebračom na distričnom kambisolu, na distričnom rankeru i regolitičnom podzolu. Navedena tla sadrže dovoljno biogenih elemenata potrebnih jeli, a važni parametri pri tome su dubina tla i geološka podloga koji značajno utječu na vlagu rizosfere. Rendzina i plitko smeđe tlo na poroznom vapnencu često jeli ne osiguravaju dovoljno vode, dok nepropusna silikatna geološka podloga i tla koja tu nalazimo pružaju jeli bolju opskrbu vodom. Najveće dimenzije postiže u dubokim, humusnim, svježim, hladnijim i mineralima bogatim tlima. Generalno se može reći da jela ima široku ekološku valenciju s obzirom na zahtjeve prema tlu.

Jela ima male zahtjeve za svjetlom što je ujedno i njena velika prednost. Dobro podnosi zasjenu te zajedno s tisom zauzima prvo mjesto u odnosu na druge vrste drveća. Jela postiže kompenzaciju disanja fotosintezom kod početnog intenziteta svjetla 300 do 600 luksa, dok na primjer smreci treba 1000 do 2000 luksa. S obzirom na manju potrebu za svjetlom za fotosintezu, jela je znatno učinkovitija u nepovoljnim svjetlosnim uvjetima od svojih konkurenata, bukve i smreke. Jelova stabalca mogu biti zastarčena, tj. mogu izdržati u dubokoj zasjeni preborne šume od 100 do 150 godina, poslije priliva veće količine svjetla normalno se razvija.



Slika 2: Mlada obična jela u zasjenjenim uvjetima (snimio: D. Ugarković)

Na slici 2 prikazana je mlada obična jela u zasjenjenim uvjetima s obzirom na intenzitet svjetla u sastojini. Postrani izbojci su dulji od vršnog izbojka.

Prema vodi jela ima visoke zahtjeve. U hrvatskom dijelu areala jelovih šuma padne od 1200 do 2000 mm, u dijelu Dinarida i do 4000 mm oborina. Na rubovima areala prema Mediteranu javljaju se njezine svojte prilagođene manjoj količini vode. Potraje li suša dulje vremena, pomladak i ponik se uvelike osuše.

U zahtjevu prema toplini jela je vrlo izbirljiva i ubraja se među vrste uske ekološke valencije. Područje jelovih šuma u Hrvatskoj ima srednju godišnju temperaturu zraka 5 do 8 ° C. Optimum za postizanje kompenzacijske točke nalazi se između 14 i 20 ° C. Jela je vrlo osjetljiva na kasni mraz čija se šteta očituje na postranim izbojcima koji se u proljeće pojavljuju prije vršnih. Prema Šafaru (1963) posljedice nastale od te štete jela prevladava velikom sposobnošću regeneracije. Tijekom vegetacije jela zahtijeva 3 mjeseca bez mraza. (Prpić i Seletković, 2001)

1.4. Ekološki zahtjevi obične bukve

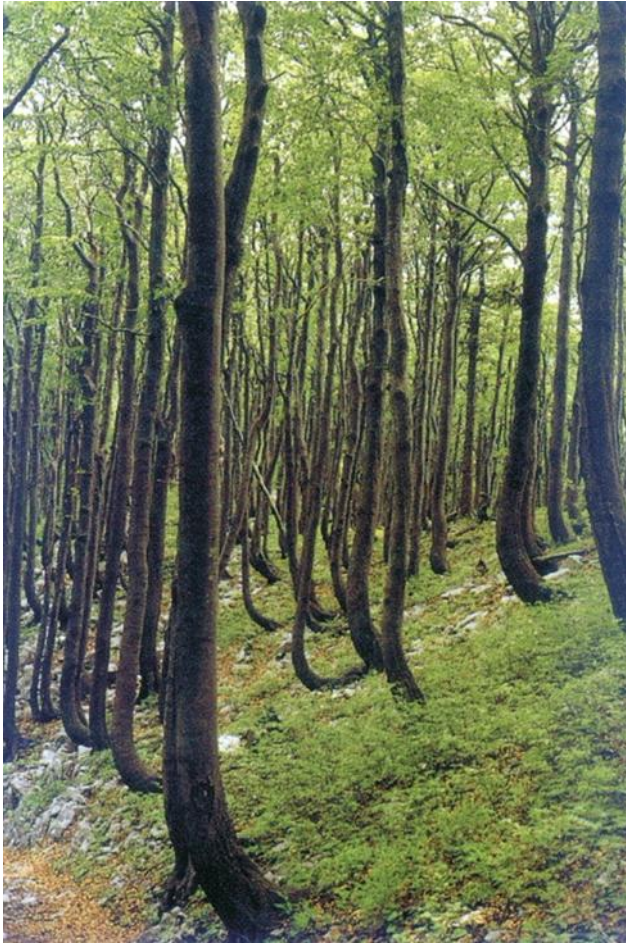
Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) pripada porodici fagaceae. Odlikuje se brojnim varijetetima, formama i ekotipovima. U Hrvatskoj se rasprostire na otprilike 1.1 mil. Ha

(56% površine šuma). Najznačajnije su mješovite bukove šume sa kitnjakom (700000 ha), čiste bukove šume (250000 ha) i šume bukve i jele (165000 ha). U Republici Hrvatskoj najzastupljenija je vrsta drveća. dominantna je u brdskim i planinskim područjima (Papuk, Pšunj, Bilogora, Kalnik, Medvednica, Ivanščica, Macelj, Gorski Kotar, Lika). Susrećemo je i u submediteranskom području. Gornja granica rasprostranjenja je oko 1500 m.n.v na Velebitu, Dinari, Risnjaku, a u submediteranu se spušta do 600 m.n.v. u šumama lužnjaka i graba na gredama nizinske Hrvatske spustila se na oko 100 – 120 m.n.v (Opeke, Česma, Veliki Jantak i Žutica, Rečica).



Slika 3: Obična bukva na Papuku (snimio: D. Baričević)

Rasprostire se u horizontalnom smjeru od Atlanskog oceana, preko zapadne i srednje Europe, do Karpata, većeg dijela Balkanskog poluotoka, Sicilije i centralnog dijela Apeninskog poluotoka, Korzike i Pirineja,, na sjever do južne Skandinavije, do otprilike 60 s.g.š. U vertikalnom smjeru ima vrlo veliku amplitudu (gotovo 2000 m). Od mikrouzvisina nizinskog područja oko 100 m.n.v. u RH ili 200 m.n.v. u Skandinaviji pa do 2000 m.n.v. na Pirinejima i Siciliji. Na sjevernim geografskim širinama bukva ima niže gornje granice rasprostranjenja nego na južnim geografskim širinama.



Slika 4: Pretpplaninska bukova šuma (snimio: D. Baričević)

Obična bukva je vrsta umjereno oceanske i blaže kontinentalne klime. Odgovaraju joj područja sa umjereno toplim ljetima i kraćim zimama. Izraziti je mezofit pa joj odgovaraju velike količine oborina u ljetnim mjesecima. Optimalni razvoj bukve je u područjima sa prosječnom godišnjom temperaturom zraka $7 - 10^{\circ}\text{C}$, te prosječnom temperaturom vegetacijskog razdoblja $14 - 17^{\circ}\text{C}$. Količine oborina kreću se od 600 mm na najnižim nadmorskim visinama (Radiševo-Spačva) do preko 3000 mm na gornjoj granici (Risnjak).

Bukva se razvija na svim geološkim podlogama. Značajno ovisi o tlu, iako je plastična u odnosu na tlo. ako je tlo dovoljno vlažno i hladnije, ona dobro uspijeva i u toplijoj klimi i obratno. Za dobro uspijevanje traži dublja, prozračna i svježja tla. Ne odgovaraju joj nedrenirana, kompaktna kao ni plitka tla. U sjevernoj Europi (hladniji dijelovi) uglavnom dolazi na vapnenastim podlogama i smatraju je kalcifilnom vrstom. U toplijim predjelima areala najbolje se razvija na silikatnim podlogama. Proizvodi velike količine listinca i povećava hranjivost tla.

Nema posebne zahtjeve prema reljefnim obilježjima. Razvija se na različitim stranama svijeta, različitim nagibima i nadmorskim visinama. Na sjevernim ekspozicijama nalazi optimalne ekološke uvjete za razvoj jer tamo ima i najveću vertikalnu amplitudu rasprostranjenja. Velike količine snijega i strmi nagibi na većim nadmorskim visinama utječu na nastanak deformiranih donjih dijelova debla i pridanka – pokazatelj velike prilagodljivosti bukve na ekstremne ekološke uvjete.



Slika 5: Plagiotropni efekt na mladoj biljci obične bukve (snimio: D. Ugarković)

Bukva je izrazita skioflna vrsta. Od svih listopadnih vrsta najbolje podnosi zasjenu. Obična jela i tisa podnose veću zasjenu od bukve. Na pojavu svjetla u sastojini reagira brže od jele i smreke. Brzo zatvara prekinut sklop krošanja. U raznodobnoj sastojini mlado stablo bukve iskrivljuje se prema izvoru svjetla i raste heliotropno.

Zahtjeva više topline od obične jele i smreke, a manje od hrasta kitnjaka i lužnjaka. U mješovitim sastojinama bukve i jele, nastale prekide sklopa krošanja popuni bukva i stanište postane toplije. Ponik bukve je jako osjetljiv na ljetnu sušu i žegu, a nezaštićeni ponik strada od mraza. Stablima naglo izloženim jakoj insolaciji strada kambij, liko ili kora. Liko se razgrađuje, kora puca i ljušti se, te nastaje upala kore ili suncožar.

Bukva ne dolazi u previše vlažnim ni previše suhim tlima. Ne podnosi poplave i najbolje joj odgovaraju svježa tla. Izrazit je mezofit. Pomanjkanje vlage u tlu bolje podnosi od jele. Bukva ima široko razvijen korijenov sustav koji je sposobniji bolje iskoristiti oskudnu vlagu iz tla u pojedinim dijelovima godine. (Seletković i dr. 2003)

1.5. Ekološki zahtjevi gorskog javora

Gorski javor (*acer pseudoplatanus* L.) vrsta je kontinentalnog dijela Europe koja kod nas raste u gorskim i planinskim šumama na dubokim svježim i rahlim humoznim tlima. Rasprostranjena je u gotovo cijeloj Europi, izuzev krajnjeg jugozapada i jugoistoka.

Srednje godišnje temperature na staništima različitih populacija gorskog javora veoma su različite. Populacije u zajednicama hrastovo – grabovih mezofilnih šuma žive u uslovima srednjih godišnjih temperatura 8 – 10 ° C, populacije u pojasu bukve i jele pri srednjim godišnjim temperaturama 5 – 7 ° C, a populacije u pretplaninskom pojasu bukve i klekovine bora – pri srednjim godišnjim temperaturama 3 – 5 ° C. Toplinski režim staništa povlači za sobom i diferencijaciju hidrološkog režima staništa, te populacije u pojasu mezofilnih hrastovo – grabovih i planinskih bukovih šuma imaju i najpovoljniji hidrološki režim. Srednja godišnja relativna vlažnost zraka na njihovim staništima kreće se između 75 i 85%, a period fiziološke suše znatno je kraći nego na staništima pretplaninskih populacija, čija je srednja godišnja relativna vlažnost zraka također vrlo visoka (između 70 i 80%), ali je voda iz zemljišta koje je zamrznuto ili pod veoma niskim temperaturama od listopada do svibnja, gotovo nedostupna. I u odnosu na svjetlosni režim, populacije gorskog javora se kontinuirano diferenciraju, te su one koje rastu pri nadmorskim visinama od 100 do 800 metara bolje prilagođene na infracrveni, populacije koje rastu na visinama između 1500 i 2000 metara, na ultraljubičasti dio spektra sunčeve svjetlosti. (Lakušić, R. 1989)

2. CILJ RADA

Cilj istraživanja je analizirati vitalitet obične jele, obične bukve i gorskog javora u šumskim progalama različitih veličina i usporediti vitalitet s biljkama u šumskoj sastojini s potpunim sklopom krošanja.

3. MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanja su obavljena na području Šumarije Fužine, Uprava šuma Podružnica Delnice. Na području Gospodarske jedinice Kobiljak - Bitoraj u zajednici bukve i jele (*Omphalodo* – Fagetum Marinček et al., 1993) istraživana je jedna veća progala veličine 450 m², te jedna manja progala veličine 170 m² sa pripadajućim kontrolnim ploham dimenzija 50 x 50 m. Šumske progale su nastale odumiranjem stabala obične jele (*Abies alba* Mill.) i provođenjem sanitarne sječe. Grane od krošanja stabala na šumskim progalama su ručno uklonjene u procesu uspostave šumskog reda. Kontrolne plohe su se nalazile u šumskoj sastojini u neposrednoj blizini šumskih progala, u istim stanišnim uvjetima (tlo, geološka podloga, reljefni čimbenici).

Tablica 1. Osnovni podaci o istraživanim šumskim progalama

Karakteristike progala	Velika	Mala
Površina progale (m ²)	450	170
Proširena progala (m ²)	220	150
Visine okolnih stabala (m)	31	32
Ekspozicija	Zapad	Zapad
Nagib terena (°)	13	14
Nadmorska visina (m)	770	790

Šumske progale i kontrolne plohe su se nalazile na smeđem tlu na vapnencu, a geološka podloga je jurski vapnenac. Površinu šumskih progala smo izračunali prema formuli za elipsu (Runkle, 1982). Proširena progala je površina horizontalnih projekcija krošanja rubnih stabala. Rub šumske progale je određen vertikalnom projekcijom krošanja rubnih stabala oko progale (Runkle, 1982; Rozenberger et al., 2007).

Na svakoj šumskoj progali je postavljena mreža 5 x 5 m. Na sjecištima te mreže su postavljene pokusne plohe dimenzija 1,5 x 1,5 m. Na svakoj pokusnoj plohi je izmjeren vitalitet biljaka. Za određivanje vitaliteta jele, primijenjena je klasifikacija od 4 stupnja, s obzirom na vrijednost "svjetlosnog koeficijenta", na omjer rasta glavnog izbojka u odnosu na prosječni rast sporednih izbojaka u zadnja tri pršljena. Slijedeći raspon vrijednosti svjetlosnog indeksa je dodijeljen pojedinim razredima vitalnosti: 1 razred – preko 1,0; 2 razred od 0,5 - 1,0; 3 razred od 0,25 - 0,5 i 4 razred ispod 0,25 (Dobrowolska, 1998). Vitalitet listopadnih vrsta je određen omjerom visine biljke od tla do vršnog pupa i duljine

stabljike biljke od tla do vršnog pupa. Što je vitalnost bliža vrijednosti 1.0, biljka je veće vitalnosti.

Statistička obrada podataka vitaliteta biljaka pomlađenja između šumskih progala, ruba progala i pripadajuće kontrolne plohe je provedena analizom varijance (ANOVA, post hoc Fisher LSD test). Neparametarski U-test je korišten za testiranje razlika u vitalitetu biljaka pomlađenja glavnih vrsta drveća između dviju progala (Zar, 1999). Statistička obrada podataka provedena je u statističkom programu Statistica 7.1. (StatSoft, Inc. 2003).

.

4. REZULTATI

4.1. Vitalnost biljaka u velikoj šumskoj progali

Tablica 2. Srednje vrijednosti i standardna devijacija vitaliteta biljaka pomlatka na različitim pozicijama za veliku šumsku progalu i pripadajuću šumsku sastojinu

Vrste drveća	Pozicije		
	Sastojina	Rub progale	Progala
Obična jela	0.38 ± 0.31^a	0.78 ± 0.14^b	0.34 ± 0.10^a
Obična bukva	0.88 ± 0.08	0.91 ± 0.20	0.90 ± 0.15
Gorski javor	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00

^{a,b} Vrijednosti označene različitim slovom unutar reda značajno se razlikuju ($p < 0,05$)

S obzirom na vitalnost biljaka iz prirodnog pomlađenja, obična jela je najvitalnija na rubu velike šumske progale gdje je imala vitalnost razreda 2 (0,78). Nisu utvrđene značajne razlike u vitalnosti obične jele između velike šumske progale i šumske sastojine. Kod listopadnih vrsta nisu utvrđene značajne razlike u vitalitetu na različitim pozicijama (tablica 2).

4.2. Vitalnost biljaka u maloj šumskoj progali

Tablica 3. Srednje vrijednosti vitaliteta biljaka pomlatka na različitim pozicijama za malu šumsku progalu i šumsku sastojinu

Vrste drveća	Pozicije		
	Sastojina	Rub progale	Progala
Obična jela	$0,54 \pm 0,28$	$0,67 \pm 0,22$	$0,57 \pm 0,00$
Obična bukva	$0,90 \pm 0,08$	$0,90 \pm 0,08$	$0,90 \pm 0,09$
Gorski javor	$0,95 \pm 0,09^a$	$0,97 \pm 0,06^{ab}$	$0,99 \pm 0,02^b$

^{a,b} Vrijednosti označene različitim slovom unutar reda značajno se razlikuju ($p < 0,05$)

Obična jela je imala najveću vitalnost na rubu male progale (0,67, razred 2), a najmanju vitalnost u šumi (0,54). Utvrđene su značajne razlike samo za gorski javor, čija vitalnost je bila najveća u maloj šumskoj progali (0,99). Obična bukva je pokazala podjednaku vitalnost na sve tri istraživane pozicije (tablica 3).

4.3. Usporedba vitalnosti biljaka velike i male šumske progale

Tablica 4, Srednje vrijednosti vitaliteta biljaka pomlatka velike i male šumske progale za rub progale i centar progale

Vrste drveća	Rub progale		Centar	
	Velika	Mala	Velika	Mala
Obična jela	$0,78 \pm 0,13$	$0,67 \pm 0,22$	$0,34 \pm 0,09$	$0,57 \pm 0,00$
Obična bukva	$0,91 \pm 0,19$	$0,90 \pm 0,08$	$0,89 \pm 0,14$	$0,90 \pm 0,09$
Gorski javor	$1,00^a \pm 0,00$	$0,97^b \pm 0,05$	$1,00^a \pm 0,00$	$0,99^b \pm 0,02$

^{a,b} Vrijednosti označene različitim slovom unutar reda (rub progale, centar) značajno se razlikuju ($p < 0,05$)

Prema podacima u tablici 4. vitalitet biljaka obične jele i obične bukve nije se značajno razlikovao između male i velike šumske progale. Najmanja vitalnost biljaka obične jele je bila u centru velike šumske progale (0,34; razred 3). Utvrđena je razlika u vitalitetu biljaka gorskog javora, čija vitalnost je veća na rubu i centru velike šumske progale (1,00) u usporedbi sa malom progalom (0,97; 0,99).

5. ZAKLJUČAK

Bukovo-jelove šume na području Dinarida u Republici Hrvatskoj mješovite su sastojine gdje je obična jela glavna vrsta šumskog drveća koja u tom ekosustavu živi u konkurenciji sa običnom bukvom, običnom smrekom, gorskim javorom i jasenom. Najlošija vitalnost biljaka obične jele bila je u velikoj progali, a najbolja na rubu velike i male progale te u središtu male progale. Nismo utvrdili razlike u vitalitetu biljaka obične jele i obične bukve između male i velike šumske progale. Vitalnost biljaka gorskog javora je bila značajno veća na području velike progale u usporedbi sa malom progalom.

6. LITERATURA

Albanesi, E., Gugliotta, O.I., Mercurio, I, and Mercurio, R. 2008: Effects of gap size and within-gap position on seedlings establishment in silver fir stands, *iForest* 1: 55–59.

Anić, I., Oršanić, M., Detelić, M., 2002: Revitalizacija degradiranog ekosustava nakon sušenja hrasta lužnjaka – primjer šume Kalje. *Sumar, List*, 11–12:575–587.

Anon, 2006: Pravilnik o doznaci stabala, obilježavanju drvnih sortimenata, popratnici i šumskom redu, Narodne novine 116/06, Zagreb.

Beatty, S.W. 1984 Influence of microtopography and canopy species on spatial patterns of forest understory plants. *Ecology* 65: 1406–1419.

Dobrowolska, D. 1998: Structure of silver fir (*Abies alba* Mill.) natural regeneration in the “Jata” reserve in Poland. *For, Ecol, Manage*, 110: 237–247.

Gračanin M., Ilijanić M. 1977: Uvod u ekologiju bilja. Školska knjiga, Zagreb.

Gray, A.N., Spies, T.A. 1996: Gap size, within gap position and canopy structure effects on conifer seedling establishment, *J, Ecol*, 84: 635–645.

Kolić, B., 1988: Šumarska ekolimatologija sa osnovama fizike atmosfere. Naučna knjiga, Beograd.

Lakušić, R. 1989: Ekologija biljaka. SOUR „svjetlost“, Sarajevo, str. 245

Marinček, L., Mucina, L., Zupančič, M., Poldini, L., Dakskobler, I. Acceto, M. 1993: Nomenklatorische revision der illyrischen Buchenwälder (Verband Aremonio–Fagion). Stud. Geobot. 12: 121–135.

Muscolo, A., M. Sidari, R. Mercurio, 2007: Variations in soil chemical properties and microbial biomass in artificial gaps in silver fir stands, Eur. J. Forest. Res. 126: 59-65.

Prpić, B., Seletković, Z., 2001: Ekološka konstitucija obične jele, U: B, Prpić (ur.), Obična jela (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, 255–268 Zagreb

Rozenberger, D., Mikac, S., Anić, I. Diaci, J. 2007 Gap regeneration patterns in relationship to light heterogeneity in two old-growth beech-fir forest reserves in South East Europe. Forestry 80: 431–443.

Runkle, J,R, 1982 Patterns of disturbance in some old-growth mesic forest of eastern North America. Ecology 63: 1533-1546.

Sagheb-Talebi Kh (1996): Quantitative und qualitative Merkmale von Buchen–jungwuechsen (*Fagus sylvatica* L.) unter dem Einfluss des Lichtes und anderer Standorts Faktoren, Schweizerische Zeitschrift fur Forstwesen 78, pp. 219.

Seletković, Z., Tikvić, I., Prpić, B., 2003: Ekološka konstitucija obične bukve, U: S, Matić (ur.), Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, 155–163 Zagreb.

StatSoft, Inc., STATISTICA for Windows, Tulsa, StatSoft, Inc., 2003.

Ugarković, D., 2018: Svjetlo kao ekološki čimbenik. Šumarski fakultet PPT

Ugarković, D., Tikvić I., Popić K., Malnar, J., Stankić, I., 2018: Microclimate and natural regeneration of forest gaps as a consequence of silver fir (*Abies alba* Mill.) dieback. Šumarski list 5-6: 235-245.

Vukelić, J., Baričević, D., 2003: Šumske zajednice obične bukve u Hrvatskoj. U: S, Matić (ur.) Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, 87 – 107, Zagreb.

Zar, J.H. 1999: Biostatistical Analysis, Prentice Hall Corp, Upper Saddle River, NJ, pp 929.